Die Leitgedanken

meiner naturwissenschaftlichen Erkenntnislehre
und ihre Aufnahme durch die Zeitgenossen

Sinnliche Elemente

und naturwissenschaftliche Begriffe

Zwei Aufsätze

von

Ernst Mach



Leipzig
Verlag von Johann Ambrosius Barth
1919

Die hier behandelten Fragen stellen durchaus eine Neubearbeitung und Weiterführung von in der Analyse der Empfindungen aufgeworfenen Problemen dar. Im Laufe der letzten Jahre wurden die vorliegenden, für erkenntnistheoretische Probleme recht wesentlich scheinenden Abhandlungen verschiedentlich so oft gesucht und entlehnt, daß es seit längerer Zeit wünschenswert schien, sie durch Sonderdruck den Lesern der Schriften E. Machs leichter zugänglich zu machen, als dies bisher in den Zeitschriften der Fall war, wozu auch eine spezielle Anregung von Dr. Friedrich Adler in Wien ausging.

München-Haar, Juni 1919.

Dr. L. Mach.

Die Leitgedanken meiner naturwissenschaftlichen Erkenntnislehre und ihre Aufnahme durch die Zeitgenossen[1]).

Um die Erkenntnislehre, der ich einen guten Teil meines Lebens gewidmet habe, in Kürze darzustellen, beginne ich mit Angabe der Umstände, unter welchen diese Gedanken sich entwickelt haben.

Indem ich bei Beginn meiner Lehrtätigkeit als Privatdozent der Physik 1861 auf die Arbeiten der Forscher achtete, über welche ich zu referieren hatte, erkannte ich in der Auswahl der einfachsten, sparsamsten, zweckdienlichsten zum Ziel führenden Mittel das Eigentümliche ihres Vorgehens. Durch den Verkehr mit dem Nationalökonomen E. Hermann 1864, der seinem Beruf gemäß ebenfalls das wirtschaftliche Element in jeder Art von Beschäftigung aufzuspüren suchte, gewöhnte ich mich, die geistige Tätigkeit des Forschers als eine wirtschaftliche oder ökonomische zu bezeichnen. Dies wird schon durch die einfachsten Fälle nahe gelegt. Jeder abstrakt begriffliche, zusammenfassende Ausdruck des Verhaltens von Tatsachen, jeder Ersatz einer Zahlentabelle durch eine Formel oder eine Herstellungsregel, das Gesetz derselben, jede Erklärung einer neuen Tatsache durch eine andere bekanntere, kann als eine ökonomische Leistung aufgefaßt werden. Je weiter, eingehender man die wissenschaftlichen Methoden, den systematischen, ordnenden, vereinfachenden, logisch-mathematischen Aufbau analysiert, desto mehr erkennt man das wissenschaftliche Tun als ein ökonomisches.

Als Gymnasiast lernte ich schon 1854 die Lehre Lamarcks durch meinen verehrten Lehrer F. X. Wessely kennen, war also wohlvorbereitet, die 1859 publizierten Gedanken Darwins aufzunehmen. Diese werden schon in meinen Grazer Vorlesungen 1864—1867 wirksam und äußern sich durch Auffassung des Wettstreits der wissenschaftlichen Gedanken als Lebenskampf, als Überleben des Passendsten. Diese Ansicht widerspricht nicht der ökonomischen Auf-

[1]) Aus „Scientia", Internationale Zeitschrift für wissenschaftliche Synthese (Wilhelm Engelmann, Leipzig; Williams and Norgate, London; Felix Alcan, Paris; Nicola Zanichelli, Bologna), Bd. VII, Anno IV (1910), Nr. 14, S. 2. — Abgedruckt in der Physikalischen Zeitschrift (P. Z.), 11. Jahrg. 1910, S. 599—606.

fassung, sondern läßt sich, diese ergänzend, mit ihr zu einer bilogisch-ökonomischen Darstellung der Erkenntnislehre vereinigen. In kürzester Art ausgedrückt erscheint dann als Aufgabe der wissenschaftlichen Erkenntnis: Die Anpassung der Gedanken an die Tatsachen und die Anpassung der Gedanken aneinander. Jeder förderliche biologische Prozeß ist ein Selbsterhaltungsvorgang, als solcher zugleich ein Anpassungsprozeß und ökonomischer als ein dem Individuum nachteiliger Vorgang. Alle förderlichen Erkenntnisprozesse sind Spezialfälle oder Teile biologisch günstiger Prozesse. Denn das physische biologische Verhalten der höher organisierten Lebewesen wird mitbestimmt, ergänzt durch den inneren Prozeß des Erkennens, des Denkens. An dem Erkenntnisprozeß mögen sonst noch die verschiedensten Eigenschaften zu bemerken sein; wir charakterisieren diesen zunächst als biologisch und als ökonomisch, d. h. zwecklose Tätigkeit ausschließend.

Diese leitenden Gedanken habe ich in verschiedenen Schriften ausgeführt. Zuerst in „Die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit", 1872, mit besonderer Rücksicht auf die Denkökonomie; ferner beide Seiten berücksichtigend in „Die Mechanik in ihrer Entwicklung", 1883, und in „Die Prinzipien der Wärmelehre", 1896. Besonders beachtete ich die biologische Seite der Frage in „Die Analyse der Empfindungen", 1886. In der reifsten Form ist meine Erkenntnislehre behandelt in „Erkenntnis und Irrtum", 1905. Diese Schriften sollen im folgenden der Reihe nach zitiert werden als „E. d. A.", „M.", „W.", „A. d. E.", und „E. u. I.".

Obwohl einzelne Anerkennungen nicht fehlten, so war es doch sehr natürlich, daß namentlich meine ersten Publikationen sowohl von den Physikern als auch von den Philosophen äußerst kühl und ablehnend aufgenommen wurden. In der Tat hatte ich bis in die achtziger Jahre des abgelaufenen Jahrhunderts das Gefühl, allein gegen den Strom zu schwimmen, obgleich dies längst nicht mehr der Fall war. Kurz vor Ausgabe der „Mechanik" lernte ich beim Suchen nach Schriften verwandten Inhalts Avenarius' „Philosophie als Denken der Welt nach dem Prinzip des kleinsten Kraftmaßes", 1876, kennen, und konnte diese Arbeit noch im Vorwort zur

Mechanik anführen. Schon 2 Jahre nach meiner „Analyse“ erschien der erste Band von Avenarius' „Kritik der reinen Erfahrung“, 1888, und einige Jahre später ermutigten mich die Arbeiten von H. Cornelius, „Psychologie als Erfahrungswissenschaft“, 1897, und „Einleitung in die Philosophie“, 1903, und J. Petzoldt, „Einführung in die Philosophie der reinen Erfahrung“, 1900. So sah ich, daß ich wenigstens einem Teil der Philosophen nicht gar so fern stand, als ich lange dachte. Freilich findet der längst verstorbene Avenarius auch heute sein Publikum mehr in Italien, Frankreich und Rußland, als in seinem Vaterlande. Erst vor einigen Jahren wurde ich mit W. Schuppes Arbeiten namentlich mit seiner „Erkenntnistheoretischen Logik“, 1878, bekannt und sah, daß dieser Autor schon 1870 verwandte Bahnen eingeschlagen hatte.

Weit seltener fand ich Zustimmung bei den Physikern. Zwar hatte ich und auch die „Energetik“ Ostwalds einen sehr berühmten Vorgänger in W. J. M. Rankine, der schon in seiner 1855 erschienenen kleinen Abhandlung „Outlines of the Science of Energetics“[1]) auf den Unterschied der erklärenden (hypothetischen) und der abstrakten (beschreibenden) Physik hinwies und die letztere als die eigentlich wissenschaftliche empfahl, zu welcher die erstere nur die vorbereitende Stufe bilden sollte. Allein schon der Umstand, daß mir Rankines Ausführungen bei Beginn meiner Arbeit noch unbekannt waren und sein konnten, bezeichnet genügend deren geringe räumliche und zeitliche Fernwirkung. Als ich nun in „E. d. A.“ für die ökonomische Darstellung des Tatsächlichen, für die Ermittlung der Abhängigkeit der Erscheinungen voneinander eintrat, was wenigstens teilweise als eine Erneuerung der Rankineschen Vorschläge anzusehen ist, blieb dies selbstverständlich ebenso unbeachtet. Das „allgemeine Staunen“, mit welchem 2 Jahre später Kirchhoffs Bezeichnung der Aufgabe der Mechanik als „vollständige einfachste Beschreibung der Bewegungen“ aufgenommen wurde, ist ebenso charakteristisch. Die vereinzelten Äußerungen, welche als Zustimmung zu der neuen Auffassung angesehen werden können, habe ich in dem Vorwort zum zweiten Abdruck von „E. d. A.“ 1909 er-

---

[1]) The Edinburgh New Philos. Journ. Vol. II (New Series), p. 120, 1855.

wähnt. Spät hören wir das Wort von Hertz, die Maxwellsche Theorie bestünde eigentlich in den Maxwellschen Gleichungen, spät hören wir die Worte von Helmholtz in der Vorrede zu Hertz' Mechanik S. XXI. Erst 1906 erschien P. Duhem, „La Théorie physique", welche vollständig mit dem alten Standpunkt bricht.

Bei meinen historischen Studien über Mechanik und Wärmelehre erleichterte mir die biologisch-ökonomische Auffassung des Erkenntnisprozesses ungemein das Verständnis der wissenschaftlichen Entwicklung. Der durch das Streben nach Selbsterhaltung zu praktisch-ökonomischem Verhalten gedrängte Mensch reagiert zunächst ganz instinktiv auf günstige und ungünstige Umstände. Sobald aber die soziale Entwicklung, die Teilung der Arbeit, die Entstehung des Handwerkerstandes den einzelnen nötigt, seine Aufmerksamkeit den Zwischenmitteln, den Zwischenzielen zur Befriedigung der Bedürfnisse zuzuwenden, so tritt eigentlich erst bewußt der Intellekt in Wirksamkeit. Die praktische Unbehaglichkeit wird alsbald durch die drängende intellektuelle Unbehaglichkeit ersetzt. Das willkürlich gewählte Zwischenziel wird nun mit demselben Eifer und mit denselben Mitteln verfolgt, als vorher etwa die Stillung des Hungers. Die instinktiven Bewegungen des Wilden, die halbbewußt erlernten Griffe des Handwerkers sind die Vorbereitungen der Begriffe des Forschers. Die Ansichten und die verachteten banausischen Künste des Handwerks gehen unvermerkt in die Ansichten und Kunstgriffe des Physikers über, und die Ökonomie der Tat wächst allmählich zur intellektuellen Ökonomie des Forschers aus, die sich auch in dem Streben nach den idealsten Zielen betätigen kann.

Die Äußerungen dieser Ökonomie sehe ich deutlich in der allmählichen Zurückführung der statischen Gesetze der Maschinen auf ein einziges, das der virtuellen Verschiebung oder des Verschwindens der Arbeit, in dem Ersatz der Keplerschen Gesetze durch das einzige Newtonsche $d^2r/dt^2 = mm^1/r^2$, in der Verminderung, Vereinfachung und Klärung der Begriffe der Dynamik. Deutlich sehe ich die biologisch-ökonomische Gedankenanpassung, die nach dem Prinzip der Kontinuität (Permanenz) und dem der zureichenden Bestimmtheit vorgeht, den Begriff „Wärme" in die beiden Begriffe „Temperatur" und „Wärmemenge" spalten, sehe wie dann der

Begriff „Wärmemenge“ zur „latenten Wärme“, zu den Begriffen „Energie“ und „Entropie“ führt. Aber dies auszuführen, ist Sache von Büchern und nicht Gegenstand einer Abhandlung.

Der biologisch-ökonomische Gesichtspunkt mag willkürlich, beschränkt und einseitig, vielleicht auch unpassend bezeichnet sein, für falsch oder unfruchtbar kann ich ihn nicht halten. Petzoldt spricht lieber von Stabilität als von Ökonomie. Ich zog den Ausdruck Ökonomie vor, weil diese Analogie zum vulgären Leben mich zuerst zum Verständnis wissenschaftlicher Wandlungen geleitet hat. Übrigens kommen später noch andere Gesichtspunkte zur Sprache.

Um nun deutlich zu machen, welcher Auffassung meine Erkenntnislehre bei hervorragenden modernen Physikern begegnet, bitte ich den Leser, wo möglich M. Plancks, „Die Einheit des physikalischen Weltbildes“, Leipzig, S. Hirzel, 1909[1]), zur Hand zu nehmen, da ich mich mit dieser 38 Seiten fassenden Schrift etwas auseinandersetzen muß. Ohne auf die Form zu reagieren oder diese gar nachzuahmen — le style c'est l'homme — will ich deren Inhalt rein sachlich besprechen.

Planck unterscheidet S. 4 (P. Z. 62) zwei Methoden des Betriebes der Physik, ungefähr im Sinne Rankines, die von erfaßten Einzelerscheinungen ausgehende, kühn verallgemeinernde und erklärende und die nüchtern beschreibende. Als Beispiele für die erstere nennt er des Thales Wassertheorie, Ostwalds Energetik und Hertz' „geradeste Bahn“, als Vertreter der zweiten Methode führt er Kirchhoff an. Nun freue ich mich zwar, daß der Energetik sogar eine bedeutende „Stoßkraft“ zugeschrieben wird, während sie noch in Lübeck „nicht das geringste“ geleistet hatte, aber die Energetik kann ich nur zur zweiten Rankineschen Methode rechnen, ebenso wie den Hertzschen Gedanken der geradesten Bahn. Wenn man ferner Kirchhoffs „vollständige einfachste Beschreibung“ genau übt, nicht nur „Beschreibung“, so bleibt kein Raum für Erklärungen. Denn „ist einmal eine Tatsache nach allen ihren Seiten bekannt, so ist sie eben dadurch erklärt und die Aufgabe der Wissenschaft ist beendigt“ (J. R. Mayer). Kirchhoff kann also wenigstens in seinem Fall an keinen Gegensatz zu einer zweiten Methode gedacht haben.

[1]) Physikalische Zeitschrift (P. Z.) 10, 62, 1909.

Nach P. kann die Forschung auf keine der beiden Methoden verzichten; ich halte allerdings die Kirchhoffsche für die richtige, ohne der anderen die historisch erprobte Nützlichkeit abzusprechen.

S. 5 (P. Z. 10, 62, 1909) frägt P., wie das physikalische Weltbild, welches durch Anwendung dieser Methoden zustande kommt, beschaffen ist? „Ist dasselbe lediglich eine zweckmäßige, aber im Grunde willkürliche Schöpfung unseres Geistes, oder finden wir uns zur gegenteiligen Auffassung getrieben, daß es reale, von uns ganz unabhängige Naturvorgänge widerspiegelt?" Ich kann hier keinen unvereinbaren Gegensatz finden. Zweckmäßig muß es sein, um uns zu leiten; was würden wir sonst damit anfangen? Von der Individualität abhängig, also in gewissem Sinne willkürlich muß es wohl ebenfalls sein. Das zeigt der Vergleich der Newtonschen mit der Huygensschen, Biotschen, Young-Fresnelschen Optik, der Vergleich der Lagrangeschen mit der Poinsotschen und Hertzschen Mechanik. Wer könnte die Forscher hindern, auf verschiedene Seiten der Tatsachen ihre besondere Aufmerksamkeit zu richten? Etwa das Dekret eines hinreichend angesehenen Physikers? Natürlich wird aber das menschliche, sozial sich erhaltende Weltbild durch den Wechsel der Forscher zusehends unabhängiger von der Individualität, fortschreitend ein reinerer Ausdruck der Tatsachen. Im allgemeinen kommen aber in jeder Beobachtung, in jeder Ansicht sowohl die Umgebung als auch der Beobachter zum Ausdruck.

S. 6, 7 (P. Z. 63) enthalten bekannte historische Tatsachen, über die kaum etwas zu bemerken ist.

S. 8 u. f. (P. Z. 64) ist von der Vereinheitlichung des Systems der Physik die Rede, gegen die gewiß niemand etwas einzuwenden hat; am allerwenigsten der Vertreter der Denkökonomie, selbst wenn diese Vereinheitlichung nur eine vorläufige, hypothetisch-fiktive[1]) sein sollte. Nur glaube ich allerdings, daß die Elektrodynamik, oder sagen wir die Lorentzsche Theorie viel mehr Aussicht hat, nach W. Wiens Auffassung die Mechanik als speziellen Fall in sich aufzunehmen, als umgekehrt.

Auch den Ausführungen, die nun von S. 10 an bis etwa 29 (P. Z. 64—71) folgen, die sich auf den ersten und zweiten Hauptsatz

[1]) Den Ausdruck „fiktiv" entlehne ich von H. Driesch.

der Thermodynamik beziehen, namentlich auf die wichtige Unterscheidung reversibler und irreversibler Vorgänge, kann ich im wesentlichen zustimmen. Denn wenn auch die betreffenden Sätze gerade bei Gelegenheit und auf Anlaß praktisch-ökonomischer Fragen gefunden worden sind, so ist die Denkökonomie in ihren Zielen durchaus nicht auf die Untersuchung menschlich praktisch-ökonomischer Bedürfnisse beschränkt und gebunden.

Nur meiner Abneigung gegen die hypothetisch-fiktive Physik kann ich nicht entsagen. Darum habe ich auch meine besondere Meinung über die Wahrscheinlichkeits-Untersuchungen Boltzmanns auf Grundlage der kinetischen Gastheorie betreffend den zweiten Hauptsatz. Wenn Boltzmann gefunden hat, daß Vorgänge entsprechend dem zweiten Hauptsatz sehr wahrscheinlich, entgegen demselben nur sehr unwahrscheinlich sind, so kann ich nicht annehmen, daß das Verhalten gemäß diesem Satz nachgewiesen sei. Auch kann ich es nicht richtig finden, wenn P. den ersten Teil annimmt, ohne dem zweiten Teil folgen zu wollen S. 24 (P. Z. 70), denn beide Hälften der Folgerung sind nicht voneinander trennbar. Wie könnte auch ein absolut konservatives System elastischer Atome durch die geschicktesten mathematischen Betrachtungen, die ihm doch nichts anhaben können, dazu gebracht werden, sich wie ein nach einem Endzustand strebendes System zu verhalten? Vgl. „W.“, 2. Aufl., S. 364, ferner Seeliger, „Über die Anwendung der Naturgesetze auf das Universum“. S. 20, Münchener Akad., 1. Mai 1909.

S. 29 (P. Z. 72) konstatiert P., daß die Sinnesempfindungen als die Quelle unserer Erfahrung nicht ignoriert werden dürfen, daß aber das farblose kinetische Weltbild wegen seiner Einheitlichkeit doch vorzuziehen sei. Dieses Weltbild sei S. 31 (P. Z. 72) nicht nur unabhängig vom Individuum, sondern auch für alle Zeiten und Völker, ja auch für die anders organisierten Marsbewohner gültig. Wer dies nicht anerkennt, sage sich von der physikalischen Denkweise los. S. 34 (P. Z. 73) finden wir die Behauptung, die Atome seien nicht weniger real als die Himmelskörper, und daß ein Atom Wasserstoff $1{,}6 \cdot 10^{-24}$ g wiegt, sei ebenso gewiß, wie daß der Mond $7 \cdot 10^{25}$ g wiegt. Eine ähnliche Äußerung finden wir übrigens bei dem berühmten Begründer der modernen Elektronentheorie H. A. Lorentz.

Auch ich betrachte die Sinnesempfindungen als die Quelle aller Erfahrung, glaube aber nicht, daß sie bestimmt sind, nach Fundierung der physikalischen Begriffe sofort wieder vergessen zu werden, sondern schreibe ihnen höheren Wert zu, namentlich als Band zwischen der Physik und den anderen Naturwissenschaften. Ich habe anderwärts zu zeigen versucht, wie ohne künstliche Hypothesen allmählich eine einheitliche Physik aufgebaut werden kann[1]), allerdings nicht in einer Woche.

Die Sorge um eine für alle Zeiten und Völker bis zu den Marsbewohnern gültige Physik, während uns noch manche physikalische Tagesfragen recht drücken, scheint mir sehr verfrüht, ja fast komisch. Aber auch auf diese Frage habe ich schon vor Jahren geantwortet. Alle Lebewesen, welche künftig Physik treiben werden, werden wie **wir** für ihre Lebenserhaltung zu sorgen, daher zunächst auf das ökonomisch Wichtige, Beständige in der Natur zu achten haben, womit sogar schon der Anknüpfungspunkt zu unserer Physik, sofern diese ihnen wunderbarerweise zugänglich sein sollte, gegeben wäre[2]). Ja ich zweifle auch nicht, daß ein uns analog organisiertes Wesen, wenn es vor Entstehung oder nach dem Untergang der Erde irgendwo im Weltraum beobachten könnte, einen dem von uns konstatierten entsprechenden Weltlauf wahrnehmen würde. Nur diesen **hypothetischen** Sinn kann ich vernünftigerweise der **Planck**schen Frage S. 32 (P. Z. 73) beilegen. Das alles hängt gerade nach meiner biologisch-ökonomischen Auffassung gar nicht so in der Luft und überhaupt gar nicht von der **Qualität** der Empfindungen ab. — Was endlich die „Realität" der Atome betrifft, so zweifle ich gar nicht, daß, wenn die Atomentheorie der sinnlich gegebenen Realität quantitativ angepaßt ist, auch die hieraus gezogenen Folgerungen in **irgend** einer Weise zu den **Tatsachen** in Beziehung stehen werden, nur in **welcher** bleibt fraglich. Der Abstand der Gläser des ersten dunkeln Ringes im reflektierten Licht entspricht der Hälfte der Anwandlungsperiode nach **Newton**, aber einem Viertteil der Wellenlänge nach **Young-Fresnel**. So können auch die Ergebnisse der Atomentheorie noch

[1]) Über das Prinzip der Vergleichung in der Physik. „Populäre Vorlesungen", 3. Aufl. 1903, S. 263.

[2]) „E. u. J.". 2. Aufl. 1906, S. 149.

mannigfaltige und nützliche Umdeutungen erfahren, auch wenn man sie nicht geradezu eilfertig für Realitäten hält. Also den Glauben der Physiker in Ehren! Ich kann ihn aber nicht zu dem meinigen machen.

Wenn der Plancksche Vortrag mit S. 32 (P. Z. 73) abgeschlossen hätte, so wäre für mich gar kein Anlaß gewesen, mich mit demselben zu beschäftigen. Nun beginnt aber an dieser Stelle eine ausdrücklich gegen mich gerichtete Polemik, die mir erst zum Bewußtsein brachte, daß auch die in dem vorausgehenden Teil bemerkbaren Spitzen, die allerdings an mir vorbeifuhren, ohne mich zu verwunden, ebenfalls mir, oder doch meinesgleichen zugedacht waren. Deshalb habe ich auch den ersten Teil besprochen. Namentlich die Polemik, welche das Ende bildet, bestimmt mich aber durch das Ungewöhnliche der Form, durch die vollständige Unkenntnis der bekämpften Sache und durch den eigentümlichen Schluß zu einigen Worten der Entgegnung. Die Richtigstellung des Planckschen Referates über meine vermeintlich perverse Auffassung der Empfindungen muß ich einem folgenden Abschnitt dieser Abhandlung zuweisen.

Wie der Leser wohl bemerkt hat, genügt die biologisch-ökonomische Auffassung des Erkenntnisprozesses vollständig, um zu jener der heute gangbaren Physik in ein verträgliches, ja freundliches Verhältnis zu treten. Die eigentliche Differenz, die sich bisher geoffenbart hat, bildet der Glaube an die Realität der Atome. Das ist es auch, weswegen Planck kaum genug degradierende Worte für solche Verkehrtheit finden kann. Will man sich an psychologischen Konjekturen erfreuen, so muß man seinen Vortrag selbst lesen, und ich kann nur wünschen, daß es geschehe. Nachdem nun P. noch mit christlicher Milde zur Achtung für den Gegner gemahnt, brandmarkt er mich schließlich mit dem bekannten Bibelwort als falschen Propheten. Man sieht, die Physiker sind auf dem besten Wege eine Kirche zu werden und eignen sich auch schon deren geläufige Mittel an. Hierauf antworte ich nun einfach: Wenn der Glaube an die Realität der Atome für euch so wesentlich ist, so sage ich mich von der physikalischen Denkweise los (P. S. 31, P. Z. 72), so will ich kein richtiger Physiker sein (P. S. 33, P. Z. 73), so verzichte ich auf jede wissenschaftliche Wertschätzung (P. S. 35, P. Z. 74), kurz,

so danke ich schönstens für die Gemeinschaft der Gläubigen. Denn die Denkfreiheit ist mir lieber.

Ich muß noch einer für meine Denkrichtung bestimmenden Anregung gedenken. Es ist zeitlich die erste, die ich aber aus besonderen Gründen zuletzt erwähne. Schon 1853, in früher Jugend wurde meine naiv-realistische Weltauffassung durch die „Prolegomena" von Kant mächtig erschüttert. Indem ich ein oder zwei Jahre später das „Ding an sich" instinktiv als müßige Illusion erkannte, kehrte ich auf den bei Kant latent enthaltenen Berkeleyschen Standpunkt zurück. Die idealistische Stimmung vertrug sich aber schlecht mit physikalischen Studien. Die Qual wurde noch vergrößert durch die Bekanntschaft mit Herbarts mathematischer Psychologie und mit Fechners Psychophysik, die Annehmbares und Unannehmbares in inniger Verbindung boten. Nach Beendigung der Universitätsstudien fehlten zum Unglück oder Glück die Mittel zu physikalischen Untersuchungen, wodurch ich zunächst auf das Gebiet der Sinnesphysiologie gedrängt wurde. Hier, wo ich meine Empfindungen, zugleich aber deren Bedingungen in der Umgebung beobachten konnte, gelangte ich, wie ich glaube, zu einer natürlichen, von spekulativ-metaphysischen Zutaten freien Weltauffassung. Die durch Kant eingepflanzte Abneigung gegen die Metaphysik, sowie die Analysen Herbarts und Fechners führten mich auf einen dem Humeschen naheliegenden Standpunkt zurück[1]).

Wir finden uns empfindend, denkend und handelnd mit unorganischen und organischen Körpern, Pflanzen, Tieren und Menschen nebeneinander im Raume. Meinen Leib unterscheide ich durch besondere Eigentümlichkeiten des Verhaltens von den ähnlichen Leibern der anderen Menschen. Die Beobachtung anderer Menschen

[1]) Direkt bin ich von Hume, dessen Arbeiten ich gar nicht kannte, nicht beeinflußt worden, dagegen kann dessen jüngerer Zeitgenosse Lichtenberg auf mich gewirkt haben. Wenigstens erinnere ich mich des starken Eindrucks, den sein „Es denkt" mir zurückgelassen hat. Humes „Untersuchungen über den menschlichen Verstand" lernte ich in der Kirchmannschen Übersetzung erst zu Ende der achtziger Jahre kennen, den «Treatise on human nature» gar erst 1907/8. Ich betrachte heute den metaphysikfreien Standpunkt als ein Produkt der allgemeinen Kulturentwicklung. Vgl. «Sur le rapport de la physique avec la psychologie». Binet, «L'Année Psychologique, Bd. XII, 1906, S. 303—318.

führt durch eine unwiderstehliche Analogie zur Annahme, daß sie ganz ähnliche Beobachtungen machen wie ich, daß *ihr* Leib für sie dieselbe Sonderstellung einnimmt, wie für mich der *meinige*, daß sich an *ihren* Leib ebenso besondere Empfindungen, Wünsche, Handlungen knüpfen wie an den *meinigen*. Ihr Verhalten nötigt mich ferner anzunehmen, daß *ihnen mein* Leib und die übrigen Körper ebenso unmittelbar gegeben sind wie *mir* ihr Leib und die anderen Körper, daß dagegen meine Erinnerungen, Wünsche usw. für sie ebenso nur erschließbar sind, wie für mich die ihrigen. Das *allen* gemeinsam Gegebene nennen wir das *Physische*, das nur Einem unmittelbar Gegebene, allen anderen nur Erschließbare nennen wir das *Psychische*. Das nur Einem Gegebene kann man auch das Ich nennen.

Die einfachsten Erfahrungen genügen, um die Annahme einer *allen gemeinsamen Welt* und anderer Ich außer dem eigenen zu begründen, welche Annahmen sich für das theoretische und praktische Verhalten zunächst gleich vorteilhaft erweisen. Die genauere fortschreitende Erfahrung lehrt aber, daß die Welt uns durchaus nicht so unmittelbar gegeben ist, als es anfangs schien. Um einen Körper zu sehen, bedarf es der Gegenwart eines anderen selbstleuchtenden; um einen Körper zu hören, muß derselbe erschüttert werden, und diese Erschütterungen müssen unser Ohr erreichen. Das aufnehmende Auge und Ohr muß ferner gesund, funktionsfähig sein. Schon der gewöhnliche Mensch kennt den Einfluß der äußeren Umstände und der Sinnesorgane auf den Eindruck der Welt, welche daher jedem etwas verschieden erscheint. Die wissenschaftliche Erfahrung bestätigt dies, ja sie lehrt sogar, daß die Empfindung (Wahrnehmung) durch das *Endglied* einer aus der Umgebung ins Zentralorgan reichenden Kette bestimmt ist, welches ausnahmsweise auch ohne äußere Anregung als *Halluzination* selbständig auftreten kann. In diesem Fall ist eine Berichtigung durch andere Sinne oder auch andere Personen nötig, wenn es sich um ein Urteil handelt, welches wissenschaftlichen, also *sozialen* Wert haben soll. Die Überschätzung dieses Ausnahmefalles führt leicht zu monstreusen idealistischen oder selbst solipsistischen Systemen.

Es wäre sehr sonderbar, wenn die Erfahrung über die Welt

durch ihre Verfeinerung sich selbst aufheben und von der Welt selbst nichts als unerreichbare Phantome übrig lassen würde[1]). In der Tat können wir uns durch eine genauere Untersuchung von dieser Besorgnis befreien. Alles was wir sehen, hören, tasten usw. hängt davon ab, was wir sonst noch in unserer Umgebung sehen, hören, tasten usw., aber auch davon, was an unserem Leib durch gröbere oder feinere sinnliche Untersuchung konstatiert werden kann. Dies gilt nicht nur von den Wahrnehmungen im ganzen, sondern auch noch, wenn wir unsere Sinnesempfindungen in die einfachsten qualitativen Elemente: Farben, Töne, Drucke usw. zerlegen, für diese Elemente selbst. Nennen wir ABCDE.... die sinnlichen Elementarbestandteile der Umgebung, U die Umgrenzung unseres Leibes gegen die Umgebung und KLMN.... die sinnlichen Elementarbestandteile, die wir innerhalb der geschlossenen Fläche U vorfinden. Dann ist jedes Element der ersten Gruppe, z. B. A (das Grün eines Blattes), von anderen Elementen derselben Gruppe, z. B. B (dem grünhaltigen Sonnenlicht), aber auch von den Elementen der zweiten Gruppe, z. B. K (Offensein der Augen) und etwa N (Empfindlichkeit der Netzhaut) abhängig. Diese ganz unabhängig vor irgend einer Theorie konstatierbaren Tatsachen können und dürfen von keiner gesunden Erkenntnislehre übersehen werden. Jeder wird die Abhängigkeit innerhalb der ersten Gruppe als eine physikalische, die ganz anders geartete, die Grenze U überschreitende Abhängigkeit als eine physiologische erkennen[2]).

Die Zusammenfassung der letzten Zeilen genügt nun schon, um die verschiedenen Bedenken Plancks bezüglich der Empfindungen auf ihren wahren Wert zurückzuführen. Was wir an Abhängigkeit der ABCDE.... voneinander bemerken, ist gar nicht willkürlich, es ist physikalisch oder, wenn man es durchaus so nennen will, real. P. S. 5 (P. Z. 63). Nur das Physiologische hängt von der Individualität des Leibes ab, ist aber darum noch nicht gesetzlos, sondern wie der Einfluß eines individuellen Galvanometers, Thermometers usw. bestimmbar und eliminierbar. Hiermit ist auch die Bemerkung von P. S. 35 (P. Z. 74) über das Reale erledigt. Weit

[1]) «L'Année Psychologique», Bd. XII, S. 307.

[2]) „E. u. J.", 2. Aufl., S. 10.

entfernt zu bedauern, daß wir die Sinnesempfindungen nicht ausschalten können, P. S. 29 (P. Z. 72), müssen wir sie vielmehr als die einzige unmittelbare Quelle der Physik schätzen und dürfen sie auch nach der Benutzung nicht sofort vergessen. Denn, wenn der Ursprung des Begriffes „Kraft“ auf den „Muskelsinn“ zurückzuführen ist, P. S. 7 (P. Z. 63), so lehrt uns dies, daß immer und überall, wo der Muskelsinn ins Spiel kommt oder kommen könnte, wir auch eine Beschleunigung eines Beweglichen anzunehmen haben, wie sie Galilei nur für den Fall eines schweren Körpers nachgewiesen hat[1]). An eine Empfindung können sich die wichtigsten Abstraktionen knüpfen. Von einer rein subjektivistischen Auffassung der Empfindungen, wie sie P. S. 33 (P. Z. 73) anzunehmen scheint, kann gerade nach meiner Ansicht keine Rede sein. Ich weiß also nicht, ob der „schwer ganz durchzudenkende Machsche Positivismus“ P. S. 37 (P. Z. 75) zu seiner widerspruchslosen folgerichtigen Durchführung noch des Schlüssels bedarf, den P. S. 35 (P. Z. 74) zu besitzen scheint; ich werde übrigens für jede Hilfe dankbar sein.

Nun kann ich auch sagen, daß P. S. 34 (P. Z. 74) meinen „Positivismus“ nicht richtig beurteilt, wenn er denselben als Rückschlag der Mißerfolge atomistischer Spekulationen ansieht. Würde das kinetische physikalische Weltbild, welches ich allerdings für hypothetisch halte, ohne es deshalb degradieren zu wollen, auch alle physikalischen Erscheinungen „erklären“, so würde ich die Mannigfaltigkeit der Welt hiermit nicht für erschöpft halten, denn für mich sind eben Materie, Zeit und Raum auch noch Probleme, welchen übrigens die Physiker (Lorentz, Einstein, Minkowski) allmählich auch näher rücken. Die Physik ist auch nicht die ganze Welt; die Biologie ist auch da, und gehört wesentlich mit in das Weltbild.

Nur in ihrer physiologischen Abhängigkeit der ABCDE.... von KLMN.... sind erstere Elemente als Empfindungen zu bezeichnen, in ihrer Abhängigkeit voneinander sind ABCDE.... physikalische Merkmale. Die allgemeinste Aufgabe der Naturwissenschaft besteht nun hauptsächlich in der Emittlung letzterer Abhängigkeit voneinander. Die Empfindungen lassen Erinnerungsspuren (Vorstellungen) der sinnlichen Erlebnisse zurück, ob es sich um Ele-

[1]) „E. u. I.“, S. 140.

mente oder mehr oder weniger zusammengesetzte Komplexe von Elementen handelt. Die Nachbildungen der sinnlichen Erlebnisse durch die Erinnerungen (Vorstellungen) sind die ersten Bausteine der Wissenschaft. Indem die Vorstellungen (oder Gedanken) sich den Erlebnissen anpassen, wächst unsere Kenntnis der Umgebung, steigt der praktische und intellektuelle Nutzen dieser Kenntnis. Die Vorstellungen sind der Qualität nach den Empfindungen gegenüber keine neuen Elemente. Vorstellungen sind aber an Erregungen des Zentralorgans gebunden, Empfindungen aber auch an Erregungen des Sinnesorgans. Während man mit einer leuchtend, flackernd und heiß vorgestellten Flamme nichts in der Umgebung verrichten kann, wird ein leuchtend, flackernd, heiß Empfundenes wohl nicht umhin können, eine Flamme zu sein, an der man auch Wasser kochen kann. Empfindungen gehören also der physischen und psychischen Welt zugleich an, Vorstellungen nur der letzteren.

Das Verhältnis meiner Auffassungen zu jenen Plancks ist hiermit hoffentlich genügend geklärt. Es sollen nun noch wenige Bemerkungen folgen, um die Richtung meiner Erkenntnislehre näher zu bezeichnen.

Das bedingungslos Beständige nennen wir Substanz. Ich kann einen Körper sehen, wenn ich ihm den Blick zuwende, ich kann ihn tasten, sobald ich nach demselben greife. Ich kann ihn sehen ohne ihn zu tasten, und umgekehrt. In der Regel ist aber die Sichtbarkeit mit der Tastbarkeit verbunden. Obgleich also das Hervortreten der Elemente des Komplexes an Bedingungen gebunden ist, so sind uns diese so geläufig, daß wir sie kaum beachten. Wir betrachten den Körper als stets vorhanden, ob er uns augenblicklich in die Sinne fällt oder nicht. Wir sind gewöhnt, den Körper als bedingungslos beständig zu betrachten, obgleich es eine bedingungslose Beständigkeit nicht gibt[1]).

Der Anblick des Körpers kann sofort den ganzen Komplex in Erinnerung bringen, was von Vorteil sein, aber auch irreführen kann, wenn ich z. B. ein bloßes optisches Bild wahrgenommen habe. Wir haben also allen Grund, ein Ding, einen ganzen Komplex von Elementen, von der Erscheinung, einem Teil des Komplexes zu unter-

---

[1]) „A. d. E.", 1886, S. 154—157, 5. Aufl. 1906, S. 268 ff.

scheiden. Diese Erfahrung aber über die Grenzen der Erfahrung auszudehnen, ein „Ding an sich" anzunehmen, hat keinen verständlichen Sinn.

Wir haben uns gewöhnt, einen Körper als beständig zu betrachten. Indem wir nun einmal dies, einmal ein anderes sinnliches Element weglassen, ohne daß der Rest aufhört, den Körper zu repräsentieren, in Erinnerung zu rufen, können wir leicht auf den Gedanken kommen, daß noch immer etwas übrig wäre, wenn wir alle Elemente wegließen. Wir denken an ein außersinnliches Band der Elemente, einen Träger der Eigenschaften, an eine Substanz des Körpers in philosophischem Sinne. Diese Idee findet keine Begründung in den Elementen, die wir ABCDE.... genannt haben; sie ist lediglich der dichtenden Phantasie entsprungen.

Was der Physiker unter Substanz oder Menge versteht, ist etwas ganz anderes. Ein Körper hat ein gewisses Gewicht. Teilt man ihn und legt alle Teile nacheinander auf die Wage, so ist die Summe der Gewichte dem ursprünglichen Gewichte gleich. Dasselbe gilt von den Massen des Körpers und seiner Teile, von den Wärmekapazitäten usw. Gleichartige Größen, die unter gewissen Bedingungen stets eine konstante Summe geben, sind physikalische Beständigkeiten, Substanzen, Mengen[1]).

Die beobachtete Abhängigkeit der Elemente ABCDE.... voneinander wird in den einfachsten Fällen durch sinnliche Vorstellungen nachgebildet und im Gedächtnis als Baustein einer rudimentären Naturwissenschaft aufbewahrt. Lassen sich nun mehrere oder viele solcher, in gewisser Beziehung übereinstimmender Bausteine, zu einem größeren Bestandstück in Form eines Begriffes zusammenfassen, so wird dies von Vorteil sein. Ein solcher Begriff ist nun nichts weiter, als die durch das Wort bezeichnete und erregte Fähigkeit, sich jener Einzelerfahrungen zu erinnern, aus welchen er allmählich entstanden ist. Ein höherer Begriff kann andere Begriffe (als Merkmale) enthalten, doch wird sich auch ein solcher, soll er überhaupt einen naturwissenschaftlichen Sinn haben, auf sinnliche Er-

---

[1]) „W.", 2. Aufl. 1900, S. 422 ff. Daselbst ist schon darauf hingewiesen, daß es dem Mathematiker wenig ausmacht, ob eine Summe konstant gesetzt, oder die Erfüllung anderer Gleichungen verlangt wird.

fahrungen über die Elemente ABCDE.... zurückführen lassen. Dies scheint ja P. zuzugeben, wenn er S. 34 (P. Z. 73) sagt: „Ein einziger Blick in ein Präzisionslaboratorium zeigt uns die Summe von Erfahrungen und Abstraktionen, welche gerade in einer solchen so einfachen Messung (Wägung) enthalten ist.“ Ja in der Tat, bei Anwendung auf den konkreten Fall findet ein rapider Abbau der abstraktesten Begriffe bis zu den Elementen statt, aus welchen die Theorie sie aufgebaut hat. Natürlich muß der Begriff die Elemente auch enthalten haben, die man in ihm vorfindet; vielleicht sind dieselben sogar wichtiger als die durch Dichtung eingefügten Bestandteile.

Anderwärts[1]) habe ich dargelegt und begründet, daß unsere physikalischen Begriffe, so nahe sie den Tatsachen kommen, doch nicht als vollkommener endgültiger Ausdruck dieser angesehen werden dürfen. Von besonderer Wichtigkeit sind die Begriffe, welche Glieder eines Begriffskontinuums sind, die mathematischen Begriffe[2]). „Die Beständigkeit der Verbindung der Reaktionen aber, welche die physikalischen Sätze darlegen, sind die höchste Substanzialität, welche die Forschung bisher enthüllen konnte, beständiger als alles, was man bisher Substanz genannt hat[3]).“ Was P.s Angriffe gegen meine Erkenntnislehre veranlaßt hat und welches Ziel er hierbei verfolgt, habe ich hier nicht zu untersuchen. Andere mögen beurteilen, ob er im Recht war, ob meine Ansichten wirklich in so schreiendem Gegensatz zur gangbaren Physik stehen. P. findet die Stellung, die ich der Denkökonomie gebe, unbescheiden. War es aber nicht auch recht .... mutwillig, auf den ersten unangenehmen oder befremdenden Eindruck hin eine Sache von oben her zu bekämpfen, die er gar nicht kannte, die seiner Denkrichtung und Denkübung gänzlich fern lag? Ich halte es nicht für ein Unglück, wenn die an Tatsachen anknüpfenden Gedanken sich ungleich in verschiedenen Köpfen abspielen, im Gegenteil. Auch Widerspruch nehme ich nicht tragisch, er leuchtet ja oft wie eine Fackel in die fremde und auch in die eigene Gedankenwelt hinein. Aber ein Versuch, den Gegner zu verstehen, sollte doch vorausgehen.

---

[1]) „E. u. I.“ S. 141.

[2]) „W.“, 2. Aufl., S. 421.

[3]) „E. u. I.“, S. 136, Vgl. Note 1, S. 17, dieser Abhandlung.

Sinnliche Elemente und naturwissenschaftliche Begriffe[1]).

Wir finden uns lebend, erfahrend, denkend und handelnd in unserer Umgebung. Die einfachsten Bestandteile unserer sinnlichen Erlebnisse und Erfahrungen, die wir vorläufig nicht weiter zu zerlegen wissen, nennen wir Elemente. Die Erfahrung zeigt uns die Elemente als abhängig voneinander. Ich sehe z. B. ein rotes Papier. Das Rot ist ein solches nicht weiter zerlegbares Element meiner Erfahrung. Soll aber dieses in meiner Erfahrung auftreten, so muß die Sonne, eine Gas- oder Petroleumlampe, also ein genau definierbarer Komplex von anderen Elementen, zugleich in meiner Umgebung vorhanden sein. Mit dem Verschwinden der Sonne verschwindet auch das Rot; mit der Änderung der bedingenden Elementenkomplexe, etwa mit dem Ersatz durch eine Natriumlampe, tritt auch an die Stelle des Rot ein anderes Element, etwa Braun oder Gelb, je nachdem das Rot dunkler oder heller war. Dasselbe Element hängt aber auch von einem besonderen Umgebungsbestandteil, von meinem Leib, insbesondere von meinem Auge, von meiner Netzhaut ab. Der Chemiker John Dalton oder ein anderer rotblinder Mensch würde das Papier, welches ich als rot bezeichne, etwa schwarz nennen. Nur in dieser besonderen Abhängigkeit der Elemente von den am eigenen Leib aufgefundenen oder noch künftig auffindbaren Elementkomplexen nennt man erstere Empfindungen. Diese zweifache Art der Abhängigkeit lehrt uns unseren Leib von der übrigen Umgebung unterscheiden. Der ganze Gegensatz besteht eben nur in dieser Verschiedenartigkeit der Abhängigkeit.

Ob an oder in unserem Leib etwas vorgeht, ob in der Umgebung etwas geschieht, ob wir oder andere etwas vornehmen, immer erleben wir hierbei einen Wechsel von Elementen oder vielmehr von Komplexen von Elementen. Nur dadurch, daß wir die Abhängigkeit der Elemente voneinander, deren Zusammenhang, die von ihnen eingehaltene Ordnung ermitteln, erforschen, können wir uns in der Welt orientieren. Unmittelbar gewiß

---

[1]) Aus dem Archiv für ges. Physiologie, Martin Hager, Bonn, 1910. Bd. 136, S. 263—274.

sind wir dessen, was wir eben empfinden, weniger dessen, was wir aufmerksam beobachtend erfahren haben und dessen wir uns erinnern, noch weniger dessen, was wir nach Analogie des Erlebten uns als möglich ausmalen, und vollends hat das Ausmalen im Unerlebbaren, Unerfahrbaren keinen faßbaren Sinn und verdient keine allgemeine (soziale) Wertschätzung.

Was wir räumliche und zeitliche Ordnung nennen, ist vom Verhalten der Elemente abstrahiert. Um ein Element räumlich zu bestimmen, sagen wir bei und zwischen welchen anderen bekannten Elementen es getroffen wird. Zur zeitlichen Bestimmung der Änderung eines Elementes genügt die Angabe, mit und zwischen welchen bekannten Änderungen anderer bekannter Elemente dessen Wandlung eintritt. Jede Bestimmung nach Raum- und Zeitkoordinaten ist nur eine bequemere konventionelle Umschreibung dieses Verfahrens. Wenn in bezug auf Raum und Zeit auch bei weitem noch nicht alles klargelegt ist[1]), so meinen wir doch etwas Bekanntes

---

[1]) Die ursprüngliche Raumauffassung des Menschen ist durch den Organismus der Sinne gegeben. Zur Geometrie führen gemeinschaftliche idealisierte metrische Erfahrungen der Menschen. Schon der antike Astronom Ptolemäus gibt, wahrscheinlich auf Grund seiner Erfahrungen an Diopteru, das Gesetz des Einfachsehens durch identische (korrespondierende) Sehstrahlen zwar etwas ungenau, aber im wesentlichen doch richtig an: „Illae quidem, quae aspiciuntur per radios ordine consimiles, etsi fuerint duo, videntur quasi in uno loco; si vero non aspiciuntur per radios consimiles, etsi fuerit una, videtur quasi in duobus locis" (G. Govi, L'Ottica di Tolemeo, Torino, 1885, p. 70). Mit dieser Untersuchung scheint die klare Unterscheidung des Sehraums vom geometrischen Raum zu beginnen. Wenn aber Ptolemäus vom Durchschnitt der Augenachsen im fixierten Objekt sagt: „Videbitur ergo haec res una, et in ipso loco quo est" (l. c. p. 69), so wird wieder der geometrische Raum mit dem Sehraum konfundiert, worin Kepler, Descartes und selbst moderne Forscher dem Ptolemäus folgen. Erst in neuerer Zeit wurde durch Joh. Müller, Panum und insbesondere durch E. Hering diesem Zustand definitiv ein Ende bereitet.

Ähnlich wird man zwischen dem metrischen und dem physikalischen (die Zeit mit enthaltendem) Raum zu unterscheiden haben, wie dies schon in meiner Schrift „Erhaltung der Arbeit" 1872. S. 35, 56 angedeutet, in „Erkenntnis und Irrtum" 1906. S. 434 ff. teilweise ausgeführt worden ist, in welcher Richtung durch die Arbeiten von A. Einstein und H. Minkowski wesentliche Fortschritte begründet worden sind.

und fast Selbstverständliches zu sagen mit der Behauptung, daß zwei Elemente im allgemeinen in desto loserer Beziehung zueinander stehen, je weiter sie räumlich und zeitlich voneinander entfernt sind. Umgekehrt finden wir bei räumlichem und zeitlichem Zusammenfallen die innigste Wechselbeziehung der Elemente. Wenn ich z. B. an einem Orte eine Farbe sehe und dann das Bild meiner Hand mit diesem Farbenfleck zur räumlichen Deckung bringe, so erfährt meine Hand oder auch die daselbst sichtbare oder tastbare Hand eines anderen Menschen, wie aus dessen Verhalten hervorgeht, eine Tastempfindung, etwa Wärme, Kälte, Glätte, Rauhigkeit, Druckwiderstand usw. Diese innige Verknüpfung der Elemente in einer zeiträumlichen Stelle nennen wir Materie. Die Materie ist also die zeiträumliche Verknüpfung der verschiedenen Sinnesempfindungen eines Menschen und auch der Sinnesempfindungen verschiedener Menschen untereinander. Achten wir auch nicht auf die Abhängigkeit der Elemente vom Menschenleib, auf die Empfindungen, sondern auf die Wechselbeziehungen oder Reaktionen der Elemente überhaupt, so können wir sagen, die zeiträumlichen Verknüpfungsstellen der Reaktionen der Elemente mögen Materie heißen. Der vorige Ausdruck ist physiologisch oder psycho-physiologisch, der eben vorgebrachte physikalisch; derselbe fällt mit dem Ostwaldschen zusammen, wenn man alle Reaktionen als energetische auffaßt. Ein farbiger Fleck reagiert bei zeiträumlicher Koinzidenz mit einem anderen durch Schall oder Bewegungshemmung; ein rotglühender Draht kann ein angenähertes Papier nicht nur beleuchten, sondern auch erwärmen oder entzünden. Verknüpfung von Empfindungen ist nur ein besonderer Fall von Verknüpfung von Reaktionen. Es wäre ganz müßig, sich außer dieser tatsächlichen und noch weiter erforschbaren Verknüpfung von Reaktionen unter Materie noch etwas anderes tatsächlich nicht Erfahrbares vorzustellen. Die materielle Welt besteht eben in der Verknüpfung der Reaktionen der Elemente, wovon die Verknüpfung der menschlichen Empfindungen nur ein besonderer Fall ist.

Wenn wir solche gleichartige, dichtliegende Verknüpfungsstellen der Elemente durch eine Grenzfläche umschlossen, gegen andersartige

Stellen abgeschlossen denken, so haben wir begrenzte Materie, einen Körper vor uns, an welchem der zeiträumlich beschränkte Mensch am besten seine ersten Erfahrungen gewinnt. Den von der Grenzfläche umschlossenen Raum nennen wir das Volumen des Körpers.

Die einfachsten und nächstliegenden biologischen Tätigkeiten des Menschen bestehen im Gebrauch seiner Sinnes- und Bewegungsorgane. Schon beim Anfassen eines Körpers treten neue Elemente oder Kombinationen von Elementen auf. Ein ergriffenes Stück Eisen offenbart uns seine Beweglichkeit, sein Gewicht, seine Starrheit und Volumbeständigkeit; ein Stück Wachs hingegen zeigt sich weich, Kautschuk elastisch usw. Alles dies läßt sich als ein Hervortreten einer Kombination von Elementen, bedingt durch eine andere Kombination von Elementen, beschreiben, z. B. Gestaltsveränderung an Druck an den Fingerspitzen gebunden. Ein schwerer Körper fällt, losgelassen, mit ersichtlich zunehmender Geschwindigkeit vertikal abwärts; je tiefer er aufgefangen wird, einen desto empfindlicheren Stoß übt er auf die Hand aus, und mit desto lauterem Schall schlägt er auf einen harten Körper auf. Schleudert man den Körper in horizontaler Richtung von sich, so beginnt er seine Bewegung horizontal und nähert sich allmählich der vertikal abwärts gerichteten. Beleuchtet die Sonne durch eine kleine Öffnung des Fensterladens die Rauch- oder Staubteilchen der Stubenluft, so läßt sich die Folge der erleuchteten Teilchen mit einer straff gespannten Schnur zur Deckung bringen. Ein kleiner undurchsichtiger Schirm, in den erleuchteten Staub gebracht, stört die Beleuchtung nicht zwischen dem Schirm und der Fensterladenöffnung, verlöscht aber die weitere Folge der beleuchteten Teilchen.

Solche Sätze gesammelt stellen die rudimentäre qualitative und (beginnende) quantitative Physik des primitiven Menschen vor. Sie enthalten nur die Erinnerung an seine durch charakteristische Empfindungen begleiteten und geleiteten Bewegungen und an die Empfindungen, die der Körper auslöst, zu welchem er sich in Beziehung setzt. Die in den Organen vorgebildeten Bewegungsformen, als Anfassen, Loslassen, Auffangen, Schleudern usw., lassen schon etwas Klassifikatorisches, Begriffliches, auf ein allgemeineres

Ziel Gerichtetes erkennen, nicht minder auch die hierdurch ausgelösten Beobachtungen, wie Fallen, Aufschlagen, Schnurspannen usw. Die einfachste, natürlichste biologische Betätigung genügt zur Begründung einer solchen primitiven Physik. Für den Naturmenschen im Urzustande ist die Reaktion der ihm erreichbaren Körper gegen seinen Leib am wichtigsten; auf diese kommt es ihm zunächst an.

Daß ein Körper gewichtig ist, etwa gewichtiger als ein anderer, daß er sich heiß anfühlt, etwa heißer als ein anderer — dies zu bemerken reicht eine geringe intellektuelle Entwicklung hin. Ein weiterer Blick ist schon nötig, zu beobachten, daß ein Körper durch einen gewichtigeren über eine Rolle hinaufgezogen, daß ein kälterer durch einen heißeren erwärmt, z. B. ein Topf mit Wasser zum Kochen gebracht werden kann. In der fortgeschrittenen Kultur, im Handwerk, in der Technik ergibt sich die Notwendigkeit, ganze Ketten von Körperreaktionen zur Befriedigung der Bedürfnisse einzuleiten. Die gewonnene Erfahrung besteht noch immer in der Erinnerung an sämtliche sinnlich beobachtete Vorkehrungen und die zugehörigen sinnlichen Erlebnisse oder Empfindungen. Es macht keinen besonderen Unterschied, daß nicht die Bewegungen unseres Leibes allein in Betracht kommen, daß die auftretenden Empfindungen kein unmittelbares persönliches Interesse mehr haben. Die Qualität der Empfindungen tritt ganz in den Hintergrund vor dem Interesse an der Abhängigkeit der Elemente der Umgebung voneinander.

Nun wird von hervorragender philosophischer Seite[1]) eingewendet,

[1]) Zur Eröffnung des internationalen Kongresses für Psychologie in München, 4. August 1896, hat Prof. Dr. C. Stumpf eine Rede gehalten, in welcher er auch meine Erkenntnispsychologie einer Kritik unterzieht. Ich war zwar als Teilnehmer des Kongresses eingeschrieben, habe aber diesen seines stark hypnotisch-telepathischen Programms wegen nicht besucht. So kam diese Rede spät zu meiner Kenntnis, als ich mit ganz anderen Dingen beschäftigt und bald darauf von einer schweren Krankheit heimgesucht war. In einer Reihe von Auflagen der „Analyse der Empfindungen“ habe ich zwar die Einwendungen Stumpfs und anderer, die ich weder als persönliche, noch als mutwillige, sondern als typische auffaßte, beantwortet, da aber Stumpf's Rede kürzlich in dritter Auflage erschienen ist, will ich den auf mich bezüglichen Hauptpassus zum Vergleich mit meiner Darstellung hier einfügen. Stumpf's

die gesetzlichen Beziehungen bestünden „nie und nimmer" für die unmittelbar gegebenen sinnlichen Erscheinungen, die Gesetz-

---

Ausspruch kann hierdurch nur an Relief gewinnen, für meine Leser ist dies sehr bequem, und auch ich bin mit dieser Art der Auseinandersetzung vollkommen zufrieden.

„Fast könnte man die Anhänger dieser Lehre um die Höhe des erkenntnistheoretischen und psychologischen Standpunktes, den sie so kurzen Weges erreicht zu haben glauben, beneiden. Aber die beiden Sätze, worauf sie sich stützen, haben selbst keine Stütze in den Tatsachen. Das, woran sich die gesetzlichen Beziehungen finden, die den Gegenstand und das Ziel der Naturforschung bilden, sind nie und nimmer die sinnlichen Erscheinungen. Zwischen diesen, wie sie jedem das eigene Bewußtsein darbietet, besteht nicht die regelmäßige Folge und Koexistenz, die der Naturforscher in seinen Gesetzen behauptet. Sie besteht lediglich innerhalb der Vorgänge, die wir als jenseits der sinnlichen Erscheinungen, als unabhängig vom Bewußtsein sich vollziehende statuieren und statutieren müssen, wenn von Gesetzlichkeit überhaupt die Rede sein soll. Mögen wir auch dieses Wirkliche in sich selbst gar nicht und seine Beziehungen nur in der ganz abstrakten Form von Gleichungen erkennen, mag selbst die Raumanschauung, in der wir uns die Beziehungen zu versinnlichen pflegen, ein entbehrliches Symbol sein: diese gesetzlichen Beziehungen und das darin Stehende bilden die „physische Welt" der Wissenschaft, während die sinnlichen Erscheinungen, aus denen die physische Welt des gemeinen Bewußtseins sich aufbaut, lediglich die Bedeutung von Ausgangspunkten für die Erforschung jener rein mathematischen, ich möchte sagen algebraischen, Welt haben. Es wird mir schwer, einem Kenner der Wissenschaftsgeschichte wie Mach gegenüber auszusprechen, er habe die wahre Tendenz physikalischer Untersuchungen verkannt, ja auf den Kopf gestellt. Aber die größte persönliche und wissenschaftliche Verehrung kann Überzeugungen nicht ändern."

„Daß aber zweitens die psychische Welt, die wir im Denken, Fühlen, Wollen erleben, durchgängig in Sinneserscheinungen auflösbar sei, dafür liefert die Geschichte der Psychologie bisher keine Gewähr. Im Gegenteil: alle Versuche seit den Tagen Condillacs, eine solche Analyse wirklich durchzuführen, sind mißlungen. Beweist dies nicht ohne weiteres die Unmöglichkeit für alle Zukunft, so wird man doch zugeben müssen, daß noch weniger die dogmatische Zuversicht gerechtfertigt erscheint, mit welcher die Behauptung der Analysierbarkeit gleich einem logischen Axiom, das gar keines Beweises bedürfte, an die Spitze gestellt wird."

„So löst sich, wenn ich recht sehe, auch dieser sensualistische Monismus in nichts auf. Der wirkliche Gang der Wissenschaft hat seine Behauptungen für die physische Welt sicher widerlegt, für die psychische nicht im geringsten bestätigt."

mäßigkeit des Naturforschers sei etwas gänzlich anderes. Der Unbefangene wird schon in den eben angeführten Beispielen den Ausdruck einer Gesetzmäßigkeit in den Erscheinungen selbst erkennen. Will man aber Beispiele, welche schlagend Gesetze in den Sinnesphänomenen demonstrieren, die auch der philosophisch Voreingenommene nicht wird übersehen wollen, so denke man an Newtons Spektrum, in dem man die Abhängigkeit der Brechung von der Farbe mit einem Blick überschaut, an das Newtonsche Glas, dessen Ringe sich fortschreitend zusammenziehen, wenn man nach der roten spektralen Beleuchtung stetig die brechbarere gelbe, grüne, blaue, violette darauf leitet. Und sollte der experimentierende Musiker-Philosoph, von dem obige Einwendung herrührt, sich nicht erinnern, daß von zweien im hörbaren Intervall einer Oktave stehenden Stimmgabeln, die höhere mit der tieferen auf derselben fortgeschobenen Rußplatte schreibend, genau halb so lange Wellen in doppelter Zahl zieht als die tiefere? So bemerkte schon Galilei an der Drehbank, daß sein Stichel, sobald dessen Ton in die Oktave überschlug, sofort auch Eindrücke vom halben Abstand an dem gedrehten Stück hinterließ. Gewiß wird man nicht in jeder der sinnlichen Erscheinungen, welche uns der Zufall bunt zusammengewürfelt in den Weg wirft, sofort das Gesetz erschauen. Der Naturforscher aber, dessen Aufgabe es ist, das zufällig Zusammengewürfelte zu entwirren, wird das Gesetz doch finden. Selbst wenn die sinnlichen Erscheinungen lediglich die Bedeutung von „Anknüpfungspunkten" für die Erforschung der „physischen", „rein mathematischen", „algebraischen Welt" (!?) hätten, die wir „als unabhängig vom Bewußtsein bestehend statuieren müssen" (?), welches Recht hätten wir dann, in diese letztere Gesetze hineinzuinterpretieren, wenn solche in den ersteren nicht wenigstens in deutlichen Spuren enthalten wären? Sehen wir uns nun Stumpf's rein mathematische Welt näher an! Damit wird wohl die langsam entwickelte Welt der wissenschaftlichen Begriffe im Gegensatz zur unmittelbar gegebenen Sinnlichkeit gemeint sein? Die unter ihren Symbolen verborgenen allgemeinen begrifflichen Züge scheinen die lebendigen sinnlichen einzuhüllen, zu verhüllen, so daß wir zunächst etwas kaum Faßbares, Greifbares vor uns zu haben glauben. Gewiß

wird es namentlich dem so scheinen, der die Begriffswelt vorzüglich aus Büchern kennt; anders aber allerdings dem, der sie nicht am Studier- und Schreibtisch, sondern im Verkehr mit der Natur allmählich erworben hat.

Wer die Anfänge der Begriffsbildung bei den Tieren nicht sehen will, für den besteht auch zwischen der menschlichen Sinnen- und Begriffswelt eine tiefe Kluft, die sich aber überbrückt, wenn man der Kontinuität der Entwicklung nachgeht. Empfindungen, z. B. der Anblick der Nahrung oder eines Feindes, lösen wichtige biologische Reaktionen aus. Ch. Darwin schildert lebhaft das Entsetzen der Affen bei Anblick einer Schlange. Wenn aber ein Tier unter verschiedenen Umständen mit demselben Objekt in Beziehung tritt, so lernt es zuweilen sehr mannigfaltige Eigenschaften dieses Objektes kennen. Der kleine Säuger Mungo z. B. verzehrt die Brillenschlange und weiß diese zur Vermeidung ihres gefährlichen Bisses so sicher am Genick zu packen wie der indische Gaukler. Hierzu gehört ein sicheres Erschauen des Zieles, eine genaue sinnliche Leitung der Bewegung, damit das gefaßte Objekt die sinnliche Erwartung durch sein Verhalten nicht enttäusche. Man könnte fast sagen, der Anblick der Schlange wecke dem Mungo einen praktisch erworbenen Begriff, erinnere ihn an alle ihre und auch an seine eigenen Reaktionsweisen.

Auch der Mensch erwirbt eine Menge Begriffe praktisch, z. B. die etwas verschwommenen, aber zum Teil sehr abstrakten der Vulgärsprache durch den Gebrauch, durch die Benutzung von Gabel, Löffel und anderen Werkzeugen bei den mannigfaltigsten Verrichtungen. Es macht keinen besonderen Unterschied, ob für unsere Zweckbewegungen die Glieder des Leibes genügen oder durch instrumentale Mittel unterstützt werden. Die Reaktion wird immer ausgelöst durch das sinnliche Ziel, geleitet durch die kinästhetischen Empfindungen und gerechtfertigt durch die Erfüllung der sinnlichen Erwartung. Ob unsere Erwartung durch das Verhalten einer Giftschlange oder eines Hebels erfüllt oder enttäuscht wird, in beiden Fällen wird der Wert des Begriffes auf die Probe gestellt. Wenn durch ein zentral-sensorisches Leiden uns die führenden sinnlichen Erinnerungen abhanden kommen, wissen wir die Worte nicht mehr

richtig zu gebrauchen, leiden wir an den verschiedenen Formen der Aphasie; ja, es geschieht, daß wir Gabel und Löffel beim Anblick weder erkennen noch zu gebrauchen wissen, daß wir in die der Aphasie nahe verwandte Apraxie verfallen.

Vollkommenere Begriffe bilden sich allmählich. Die rohen biologisch-psychologischen Reaktionen unterscheiden zunächst nur das Gröbste und Auffallendste, etwa die Knickung des Strahles bei Brechung und Reflexion im Gegensatz zu dem sonst geraden Verlauf, während andere Eigentümlichkeiten noch unbemerkt bleiben. So jagt die Spinne, der Frosch, der Storch, die Katze erst nur nach dem Schwirrenden, sich Bewegenden. Nach und nach lernen die Lebewesen die das Vorteilhafte vom Nachteiligen unterscheidenden Züge besser kennen und die irreführenden Ähnlichkeiten zwischen beiden genauer beachten. Die Begriffe klären und verschärfen sich durch *anhaltende psychische Tätigkeit*, durch *Sortieren der sinnlichen Merkmale* nach ihrer *Wichtigkeit und Rangordnung*; sie entstehen aber nur, wenn sie durch die Sinnlichkeit suggeriert werden. Die sinnlichen Elemente sind für die Begriffe nicht gleichgültig, sondern im Gegenteil von grundlegender Bedeutung. Der leiseste Druck bringt dem Physiker die Existenz einer *Masse* und einer *Beschleunigung* zum Bewußtsein; der Anblick der zarten *Haidingerschen* Büschel beweist ihm, daß er mit polarisiertem Licht zu tun hat; welche Begriffe durch *Ozongeruch*, durch den Anblick einer *Kristallform* dem Chemiker, durch eine *Bakterienform* dem Arzt vor das geistige Auge treten, lehrt die Geschichte der Wissenschaft. *Galilei* hatte nachgewiesen, daß die Schwere eine Beschleunigung einleitet. In *Newtons* Prinzipien werden schon *alle* Kräfte als beschleunigende behandelt. Woher wußte man das? Waren darüber besondere Versuche angestellt worden? Kaum! Aber jede Kraft konnte als Druck oder Zug empfunden werden, und darin unterschieden sich Schwere, elektrische, magnetische Kräfte *nicht*. Es scheint, daß hier die *homogene Empfindung* den Gedanken suggeriert hat, die auch sonst intellektuell und praktisch förderliche homogene Auffassung aller Kräfte zu *wagen*.

Die begriffliche Zusammenfassung des Tatsächlichen macht

gewiß erst eine kompendiöse Naturwissenschaft möglich, die ja ohne dieses Mittel in einer endlosen, unübersichtlichen, kaum brauchbaren Aufzählung von Einzeltatsachen bestünde. Hieraus folgt aber nicht, daß dieses Begriffssystem viel mehr oder gar etwas ganz anderes enthalten müßte als die aufgenommenen sinnlichen Einzeltatsachen; es enthält sie nur übersichtlich geordnet.

Ein geübter Chemiker erkennt wohl viele Stoffe, mit welchen er zu tun hat, unmittelbar an ihren sinnlichen Merkmalen. Um aber der geringsten Gefahr des Irrtums ausgesetzt zu sein und ohne überflüssige Proben in kurzer Zeit zum Ziel zu gelangen, entwirft er die bekannten Tabellen zur qualitativen chemischen Analyse, welche die sinnlichen Merkmale der verschiedenen chemischen Stoffbegriffe übersichtlich zusammengestellt enthalten. — Eine ähnliche Tabelle zur qualitativen analytischen Bestimmung der Polarisationsarten des Lichtes habe ich selbst entworfen. Solange die sinnlichen Merkmale eines Begriffes qualitative sind, müssen wir es immer für möglich halten, daß der Begriff durch eine neue Erfahrung korrigiert oder ganz hinfällig wird. Stehen sich aber die begrifflich zusammenzufassenden Tatsachen so nahe, daß sich deren maaßgebende Merkmale nur durch die Zahl gleicher Teile unterscheiden, in welche sie sich zerlegen lassen, so kann die weitere begriffliche Klassifikation nach der Zahl dieser Teile stattfinden. Die Messung und die Zählung, oder die mittelbare Zählung, die Rechnung, kurz die mathematische Behandlung tritt ein. Der Vorteil liegt darin, daß die Klassifikation ohne neue Erfindung jeden Augenblick ins Unbegrenzte verfeinert werden kann.

Wir wollen ein Beispiel eingehend betrachten. Wenn wir über eine leicht bewegliche Rolle eine Schnur legen, die wir beiderseits mit einem Gewicht belasten, so wird das kleinere durch das größere nachgezogen. Allmähliche Verkleinerung des größeren Gewichtes stellt endlich das Gleichgewicht her; und nun finden wir auch nachprüfend den Druck der beiden Gewichte auf der Hand nicht mehr unterscheidbar. Aber lange bevor an der Rolle, dem Hebel, der Wage Gleichgewicht besteht, können wir den Druck der Gewichte nicht mehr unterscheiden. Es wäre also nicht zweckmäßig, da es uns auf das Verhalten der Körper gegeneinander ankommt, die

unempfindlichere Prüfung in der Hand zur Bestimmung der Gleichheit der Gewichte zu verwenden, schon darum, weil es sich auch um Gewichtsgrößen handeln kann, deren Erhebung und Wägung in der Hand überhaupt unmöglich ist. Wir definieren also Gewichte als gleich, die in irgend einem Gleichgewichtsfall ohne Störung des Gleichgewichtes einander vertreten können. Hier wird also nicht mehr nach einer Druckempfindung, sondern nach einem sichtbaren Ausschlag oder sogar nach dem Ausbleiben eines solchen geurteilt. Analog werden andere physikalische Größen durch die Reaktion der Körper gegeneinander definiert, z. B. Temperaturen, Wärmemengen, Potentiale usw. Die Sinnesempfindungen sind aber deshalb nicht ausgeschaltet, und von einer Welt jenseits der Sinnlichkeit ist durchaus nicht die Rede.

Was bestimmt nun näher den Gleichgewichtsfall am Hebel? Ein Gewicht Q am Arm q halte einem Gewicht P am Arm p Gleichgewicht. Jede Vergrößerung des einen Gewichtes, aber auch jede Verlängerung des zugehörigen Armes verschafft diesem das übergewicht. Teilt man P in zwei gleiche Gewichte P/2 und verschiebt man diese Halbgewichte symmetrisch um s zu dem früheren Aufhängepunkte, so daß denselben nun die Arme $p + s$ und $p - s$ zukommen, wobei s ganz beliebig ist, so beobachtet man Erhaltung des Gleichgewichtes. Man kann sich also den Bewegungsantrieb (das Moment) durch das Produkt aus den Maßzahlen der Gewichte und der zugehörigen Arme dargestellt oder gemessen denken. Denn es ist $Qq = Pp = P/2 . (p + s) + P/2 . (p - s)$. Dies ist der springende Punkt der überlangen Ableitung des Archimedes. Man sieht hier, wie der Physiker durch Beobachtung, Vergleichung, Variation sinnlicher Einzelfälle die maßgebenden Merkmale eines gewissen Verhaltens aufsucht und schließlich das Verhalten aller dieser Fälle durch eine zweckmäßig ausgedachte Regel darzustellen, bzw. nachzuahmen sich bemüht.

Die Betrachtung des Gleichgewichts an anderen Maschinen, z. B. der schiefen Ebene, wie sie Stevin oder Galilei durchführt, lehrt uns andere Merkmale des statischen Verhältnisses kennen. Wir finden hier das Produkt aus den Maaßzahlen der Gewichte und der zugehörigen virtuellen Falltiefen bestimmend für das

Gleichgewicht. Diese Regel zeigt sich aber auf alle Maschinenformen anwendbar. Und da sich uns wieder mit instinktiver Gewalt die Gleichartigkeit der sinnlichen Druckempfindung aufdrängt, so gelangen wir mit Joh. Bernoulli zum Satze der virtuellen Verschiebungen für jede Art von Systemen und Kräften.

Ähnlich trachteten die antiken Astronomen die von ihnen beobachteten Bewegungen der Himmelskörper durch epizyklische Konstruktionen nachzubilden. Auch Huygens bildete die Planetenbewegung durch einen am Faden im Kreise geschwungenen Körper für Newton vor, ohne es zu beabsichtigen.

Betrachten wir noch das oben berührte Beispiel des Falles eines schweren Körpers. Vergleichen wir mehrere Bewegungen dieser Art von verschiedener Falltiefe s und der zugehörigen Fallzeit t, indem wir eine Tabelle von s und t anlegen, was nur durch Unterstützung instrumentaler Mittel gelingen kann. Die Einzelfälle sind nur durch die Zahl der Wegeinheiten und die Zahl der zugehörigen Zeiteinheiten verschieden. Um aber zu ermitteln, wie die Falltiefe von der Fallzeit abhängt, wäre eigentlich eine unendliche Zahl von Versuchen nötig. Können wir aber erraten, wie es Galilei gelungen ist, daß in gleichen Zeiten gleiche Geschwindigkeiten zuwachsen ($v = gt$), so können wir die Tabelle durch eine sehr kompendiöse, bequeme Zählregel ($s = gt^2/2$) ersetzen oder nachahmen. Durch diese Formel lassen sich auch in der Tabelle nicht enthaltene Fälle interpolieren oder extrapolieren. Hierbei macht man noch die Hypothese, daß die Formel auch im unbegrenzt Kleinen ihre Gültigkeit behält, daß also nicht nur für endliche Stufen, sondern auch für beliebige Zwischenstufen $ds/dt = gt$ und $d^2s/dt^2 = g$ gilt. Die Genauigkeit der Übereinstimmung der sinnlichen Tatsachen mit den Folgerungen aus solchen Annahmen begründet lediglich die Wertschätzung der letzteren.

Diese Art, die physikalischen Begriffe zu gewinnen, die hier an den einfachsten Beispielen erläutert wurde, ist nicht erdichtet, sondern in jedem Einzelfall historisch nachweisbar. Wir bleiben, so scheint es, mit allen unseren Beobachtungen in der gewöhnlichen sinnlichen Welt; ja die Sinnlichkeit selbst drängt uns zur Erweiterung der Begriffe, indem sie uns Vorgänge als gleich-

artig erkennen läßt, welche sich von gewissen Seiten wieder als verschiedenartig darstellen. Nur die intellektuellen Regeln, in welche wir eine Summe von sinnlichen Beobachtungen zusammenfassen, gehören einer freieren Gedankenwelt an. Der Wert dieser Regeln ist aber nur bestimmt durch die Genauigkeit, mit welcher sie die sinnlichen Beobachtungen darstellen, welche wegen des Fehlens absolut genauer Messungen stets eine begrenzte bleibt. Endlich entstammen auch die Regeln zur mathematischen Darstellung der Sinnlichkeit, mögen sie noch so viel freie Wahl gestatten, doch wieder der Sinnlichkeit selbst. Denn unsere geläufige Zähl-, Rechnungs-, Konstruktions-, kurz Ordnungstätigkeit wurde zuerst an sinnlichen Objekten angewendet, erlernt und eingeübt und ist überhaupt eine sinnlich kontrollierbare.

„Jenseits der sinnlichen Erscheinungen" hat also der Physiker jedenfalls nichts zu suchen. Ob aber der Philosoph immer nötig haben wird, ein unabhängig vom Bewußtsein bestehendes Wirkliches zu statuieren, welches er in sich gar nicht, dessen Beziehungen er aber nur in der ganz abstrakten Form von Gleichungen zu erkennen vermag, dies zu entscheiden mag ganz den Philosophen überlassen bleiben. Vielleicht fragen sie einmal nach dem Sinn dieser zweifelhaften Beziehungen. Vielleicht erhebt sich sogar die Frage, ob diese Statuierung auch nötig war, und wozu sie eigentlich taugt? Hoffentlich werden die Physiker des 20. Jahrhunderts durch ihre Einmischung diese Untersuchung nicht stören! Ob da der große Königsberger bei seinem methaphysischen Reinemachen nicht eine Schimmelflocke vergessen, die seither mächtig gewuchert hat? — Viel hat die Physiologie gewonnen, seit E. Hering die sinnlichen Elemente an sich einer Untersuchung gewürdigt hat. Und so hoffe ich, daß durch die genauere Beachtung dieser Elemente auch die Physik etwas gewinnen wird.
